

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИПКОН РАН  
Чл.-корр. РАН



Захаров В.Н.

2020 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института проблем комплексного освоения недр им. академика  
Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН)  
на диссертацию Митишовой Наталии Александровны на тему  
«Обоснование технологических решений по предотвращению взрывов  
сульфидной пыли при подземной разработке месторождений  
колчеданных руд», представляемую на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология  
(подземная, открытая и строительная)**

Диссертация «Обоснование технологических решений по предотвращению взрывов сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук.

Митишова Н.А. в 2017 году с отличием окончила Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ) с присуждением квалификации «Горный инженер (специалист)» по специальности «Горное дело». В период обучения в МГРИ-РГГРУ с 2012 по 2017 г. она работала в должности старшего лаборанта-исследователя в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН). После окончания МГРИ-РГГРУ в 2017 г. поступила в ИПКОН РАН в аспирантуру на очную форму обучения, в 2018 г. переведена на должность младшего научного сотрудника, в 2020 г. подготовила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2020 году федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук.

Научный руководитель – профессор, доктор технических наук Рыльникова Марина Владимировна, заведующий Отделом теории проектирования освоения недр Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук.

По результатам рассмотрения диссертации «Обоснование технологических решений по предотвращению взрывов сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд» принято следующее заключение:

Представленная Митишовой Наталией Александровной к защите диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, посвящённую решению актуальной научно-практической задачи обоснования технологических решений по предотвращению взрывов сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд, имеющей важное значение для развития горнорудной промышленности страны.

**Целью диссертации** является изыскание технологических решений по снижению рисков взрыва сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд.

**Актуальность диссертационной работы.** Эффективное развитие минерально-сырьевой базы России по твердым полезным ископаемым неразрывно связано с освоением месторождений колчеданных руд и необходимостью обеспечения безопасности горных работ в изменяющихся условиях недропользования.

При этом неизбежно вовлекаются в процесс добычи руды с всё более низким содержанием ценных компонентов, что влечет за собой рост масштабов извлечения запасов из недр, изменение минерального состава вовлекаемых в эксплуатацию сульфидных руд и пород. Важно отметить, что в связи с увеличением объемов вовлекаемых в эксплуатацию сульфидов происходит увеличение размера вынимаемых мощностей, массы ВВ, изменяются технологии и объем бурения, что приводит к росту количества формируемой сульфидной пыли и вероятности риска ее воспламенения. В практике горных работ взрывы сульфидной пыли достаточно часто возникают при подземной и комбинированной разработке месторождений колчеданных руд: медно-цинковых, свинцово-цинковых, медно-никелевых, антимонитовых

и др. Это, обуславливает необходимость проведения исследований и усовершенствования методик изучения взрывчатых свойств сульфидной пыли, разработку требований промышленной и экологической безопасности горных работ.

**Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации,** состоит в разработке комплексной программы-методики исследований по изучению взрывчатых свойств сульфидной пыли, на основании результатов которых: впервые установлена закономерность распределения серы в колчеданных рудах и породах в зависимости от класса крупности и геолого-структурных особенностей колчеданных пород; обоснована необходимость орошения выработки водой на установленное расстояние. Доказано, что оценку опасности разработки месторождений колчеданных руд по взрывам сульфидной пыли следует вести не только по среднему содержанию серы в рудах и породах, но и с учетом текстурно-структурных характеристик сульфидов. Автором даны технологические рекомендации, направленные на предотвращения рисков возникновения взрывов сульфидной пыли с учетом изменившихся тенденций ведения горных работ и изменений минерально-сырьевого баланса страны.

Основные научные результаты, изложенные в диссертации, получены лично автором, в том числе по результатам его трудовой и научной деятельности.

**Степень обоснованности и достоверности результатов проведенных научных исследований** подтверждается:

- обширным объемом проанализированной и обобщенной информации отечественных и зарубежных исследований;
- корректностью принятой модели возникновения и распространения взрыва сульфидной пыли;
- комплексным анализом факторов, влияющих на возникновение взрывов сульфидной пыли с учетом современных тенденций ведения и развития горных работ;
- использованием современных методов исследования.

**Новизна результатов проведенных исследований:**

- методика оценки склонности месторождений колчеданных руд к взрывоопасности, учитывает текстурно-структурные особенности строения и вещественный состав колчеданных руд и пород, а также размер термически активных частиц сульфидной пыли;
- пылевые частицы сульфидов, размером: более 100 мкм, не являются термически активными; при меньшем размере частиц склонность к взрывоопасности повышается с увеличением доли более мелких фракций.

- доказано, что для предотвращения взрыва сульфидной пыли длина орошения водой выработки, прилегающей к месту взрыва, не является величиной постоянной, а зависит от массы взрываемого ВВ ( $M_{ВВ}$ ), коэффициента шероховатости стенок выработки ( $\beta$ ), площади сечения выработки ( $S_{сеч}$ ), коэффициента неоднородности минерального состава сульфидной пыли ( $k_s$ ) в зависимости от класса крупности пылевых частиц:  
$$l_{ор} = 28,95 \cdot \ln(M_{ВВ}) - 16,26 \cdot \ln(\beta) - 24,66 \cdot \ln(S_{сеч}) + 8,72 \cdot \ln(k_s) - 121,4.$$

**Практическая значимость** работы заключается во внедрении авторской методики по оценке взрывоопасности пыли, определении условий, предотвращающих взрыв сульфидной пыли: орошение контура выработки водой на заданное расстояние; ограничение диаметра буровых скважин и шпуров – не более 89 мм; отказ от применения систем разработки с массовым обрушением руд и пород без профилактического заиливания; ограничение объемов массы одновременно взрывааемых зарядов ВВ; исключение присутствия в контуре ведения взрывных работ открытых проводников, применение надежного изоляционного покрытия электропроводов; отказ от проходки восстающих методом секционного взрывания и механического бурения; использование при бурении скважин и шпуров водоподавления, а при взрывании - ВВ, не склонных к саморазогреву при контакте с сульфидной пылью. Разработаны технологических рекомендаций для безопасной отработки месторождений колчеданных руд Шануч, Сентачан и Сибайское.

**Ценность научных работ соискателя ученой степени** заключается в том, что в них поставлена и решены научная и практическая задача обеспечения безопасного ведения горных работ при разработке месторождений колчеданных руд. Научные работы соискателя развивают и дополняют теоретические положения по исследуемым вопросам. Основные положения диссертационного исследования и авторская методика оценки взрывоопасности сульфидной пыли служат развитию научно-методических и практических основ безопасного ведения горных работ.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.** Результаты диссертационного исследования Митишовой Н.А. опубликованы в 15 работах, в том числе 3 статьи - в изданиях, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России.

В изданиях, включенных в перечень ВАК РФ:

1. Рыльникова М.В., Митишова Н.А. Методика исследований взрывоопасности убогосульфидных руд при подземной отработке колчеданных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № 9. – С. 41–51. DOI: 10.25018/02361493-2019-09-0-41-51.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и апробации методики по изучению факторов опасности в области пылевзрывобезопасности для убогосульфидных руд с обеспечением возможности анализировать и оценивать состояние потенциальных источников опасности, оперативно выявлять результаты воздействия различных внешних факторов на колчеданные руды и породы.

2. Рыльникова М.В., Митишова Н.А., Пономарев А.П. К обоснованию нормативно-правовой базы безопасного недропользования при освоении месторождений колчеданных руд // Известия Тульского государственного университета «Науки о Земле» / Изд-во ТулГУ, 2019. – № 3. – С. 97-107.

В работе соискателем приведены аспекты необходимости совершенствования нормативно-правовой базы при освоении колчеданных месторождений по фактору взрывы сульфидной пыли. Уточнены показатели, характеризующие взрывчатость сульфидной пыли.

3. Рыльникова М.В., Айнбиндер Г.И., Митишова Н.А., Гаджиева Л.А. Исследование закономерностей возгорания сульфидных руд и пород при комбинированной разработке месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – № 2. - С. 139-155.

Соискателем исследованы факторы и закономерности развития процессов окисления сульфидных руд и пород. Приведены результаты химико-технологических исследований серно-колчеданных, медно-колчеданных, медно-цинковых руд, серицит-кварцевых пород и метаморфизованных туфов.

Прочие научные издания:

4. Рыльникова М.В., Айнбиндер И.И., Митишова Н.А. Анализ условий взрывания сульфидной пыли и способов их предотвращения при ведении горных работ // Международная научно-практическая конференция «50 лет российской научной школе комплексного освоения недр Земли»: сб.тезисов. - М.: ИПКОН РАН. 2017. – С. 316-322.

5. Рыльникова М.В., Митишова Н.А., Гавриленко В.В. Разработка условий безопасности по фактору воздействия сульфидной пыли на среду обитания в горно-технической системе // 4-я Международная конференция по проблемам рационального природопользования «Проблемы создания экологически рациональных и ресурсосберегающих технологий добычи полезных ископаемых и переработки отходов горного производства»: тезисы докладов. – Тула, 2018 – С. 99-105.

6. Митишова Н.А. Геолого-технологическое обеспечение взрывобезопасности при отработке колчеданных месторождений // Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ: сб. научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Магнитогорск, 2018. С. 34-38.

7. Митишова Н.А. Обеспечение безопасности горных работ по фактору взрывчатости сульфидной пыли // В книге: Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ) Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. - С. 460-461.

8. Митишова Н.А. К вопросу оценки промышленной безопасности подземных горных работ по фактору взрыва сульфидной пыли // Сборник статей по материал международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность». – Севастополь: СевГУ, 2019. – С. 1065-1068.

9. Федотенко В.С., Митишова Н.А. Анализ условий и рисков возникновения и развития окислительных процессов в рудах и вмещающих породах при разработке колчеданных месторождений // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых: Сб. науч. тр. - М., 2019. - С. 223-226.

В работах [4-9] соискателем обобщён опыт отработки колчеданных месторождений, приведена статистическая информация по взрывам сульфидной пыли, выполнен анализ условий взрывания и способов их предотвращения. Проанализировано изменение технологии ведения подземных горных работ, установлено, что за рассматриваемый период произошли значительные изменения технологических процессов, влияющих на образование пыли в подземных условиях. Обоснована важность и актуальность проблемы взрывов сульфидной пыли, определены перспективные пути решения проблемы.

10. Рыльникова М.В., Радченко Д.Н., Митишова Н.А. Исследование условий и механизма взрыва пыле-воздушных смесей в горных выработках при подземной разработке колчеданных месторождений // Материалы всероссийской-научно практической конференции: Научные основы безопасности горных работ. – М: ИПКОН РАН, 2018. – С. 199 – 206.

11. Айнбиндер И.И., Митишова Н.А., Гавриленко В.В. Обоснование условий и механизма взрывания сульфидной пыли // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. –М.: ИПКОН РАН, 2018. – С. 45-48.

12. Митишова Н.А. Механизм распространения взрывной волны на основе оценки тонкодисперсных аэрозолей в условиях рудников при разработке колчеданных месторождений // Комбинированная геотехнология переход к новому технологическому укладу: Сб. тез. – Магнитогорск: МГТУ, 2019 – С. 80-82.

13. Рыльникова М.В., Митишова Н.А. Механизм распространения взрывной волны в условиях подземного рудника при разработке колчеданных месторождений // Комбинированная геотехнология переход к новому

технологическому укладу: Сб. статей – Магнитогорск: МГТУ, 2019. - С. 276-281.

14. Федотенко В.С., Митишова Н.А. Обоснование механизма распространения взрывной волны как источника возникновения взрыва сульфидной пыли при подземной отработке месторождений колчеданных руд // Решение экологических и технологических проблем горного производства на территории России, ближнего и дальнего зарубежья – материалы Международной научно-практической конференции. – М., 2019. – С. 166-169.

В работах [8-13] соискателем уточнен механизм возникновения и развития взрыва сульфидной пыли с учетом изменения минерально-сырьевой базы России и произошедших технологических изменений которые определили необходимые и достаточные условия для предотвращения воспламенения сульфидной пыли в рудничной атмосфере.

15. Митишова Н.А. Оценка параметров взрывобезопасности убогосульфидных руд при подземной отработке колчеданных месторождений Севера // Наука и инновационные разработки – Северу: II Международная научно-практическая конференция. – Мирный., Издательство, Мирнинская городская типография, 2019. – ч.1 – С. 75-77.

Личный вклад соискателя состоит в анализе проблемы взрывов сульфидной пыли применительно к месторождениям Севера, приведены результаты изучения взрывоопасности пыли месторождения Шануч.

В публикациях соискателя в полном объеме отражены основные результаты диссертационной работы, выводы и рекомендации. Сведения об опубликованных работах достоверны.

Материалы диссертации, представленные Митишовой Н.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», рассмотрены на расширенном научном семинаре ИПКОН РАН (21.01.2020 г.), докладывались и широко обсуждались на Международной научно-практической конференции «50 лет Российской научной школе комплексного освоения недр земли» (г. Москва, 2017), Международной научно-практической конференции «Маркшейдерское и геологическое обеспечение горных работ» (г. Магнитогорск, 2018), 4-ой Международной конференции по проблемам рационального природопользования «Проблемы создания экологически рациональных и ресурсосберегающих технологий добычи полезных ископаемых и переработки отходов горного производства» (г. Тула, 2018), III Международной научной школе академика К.Н. Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» (г. Москва, 2018), XXVI-ой Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, 2019), Международной научно-технической конференции «Решение экологических и технологических проблем горных производств на территории

России, ближнего и дальнего зарубежья» (г. Москва, 2019), X Международная конференция «Комбинированная геотехнология: переход к новому технологическому укладу» (г. Магнитогорск, 2019), 14-ой Международной научной школе молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (г. Москва, 2019).

**Научная специальность, которой соответствует диссертация.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная): п.1. Изучение горно-геологических и горнотехнических условий и характеристик месторождений твердых полезных ископаемых п.3. Исследование и оптимизация параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий; п.4. Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых.

Диссертация соответствует требованиям, установленным пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. N 842.

Диссертационная работа Митишовой Наталии Александровны по теме «Обоснование технологических решений по предотвращению взрывов сульфидной пыли при подземной разработке месторождений колчеданных руд» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Заключение принято на расширенном заседании ИПКОН РАН. Присутствовало на заседании 32 чел., в том числе – 12 докторов наук. Результаты голосования: «за» - 32 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол заседания ИПКОН РАН от 21.01.2020.

Председатель семинара  
зам. директора ИПКОН РАН,  
докт. техн. наук, проф.



Викторов С.Д.

Секретарь семинара  
ученый секретарь ИПКОН РАН  
докт. техн. наук



Федотенко В.С.